

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-152116

(43)Date of publication of application : 18.06.1993

(51)Int.Cl.

H01F 1/08  
H01F 1/053

(21)Application number : 03-317859

(71)Applicant : TOKIN CORP

(22)Date of filing : 02.12.1991

(72)Inventor : FUJIWARA TERUHIKO

**(54) RARE-EARTH BONDED MAGNET AND ITS MANUFACTURE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain a bonded magnet whose magnet characteristic is excellent by a method wherein an R2T14B magnet alloy powder and an R'2T'17N magnet alloy powder (where R and R' represent rare-earth elements including Y as well as T and T' represent at least one kind out of C and a transition metal) and a resin are mixed and molded.

**CONSTITUTION:** An R2T14B-based alloy powder composed mainly of R, T and B and an R'2T'17N-based alloy powder composed mainly of R', T' and N (where R and R' represent rare-earth elements including Y as well as T and T' represent at least one kind out of C and a transition metal) are contained as magnetic powders. The R2T14B-based alloy powder is an amorphous powder composed of crushed powders of a compressed and molded substance which has compressed and molded the R2T14B-based powder. A rare-earth bonded magnet is manufactured in such a way that the mixed powder of the R2T14B-based alloy powder with the R'2,T'17N-based alloy powder is bonded by using a high-polymer resin. Thereby, the bonded magnet whose characteristic is high can be obtained easily and at low costs.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 29.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.08.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-15146

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 22.09.2000

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/08 1/053	A	7371-5E		
		7371-5E	H 0 1 F 1/ 04	H

審査請求 未請求 請求項の数8(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-317859

(22)出願日 平成3年(1991)12月2日

(71)出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72)発明者 藤原 照彦

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

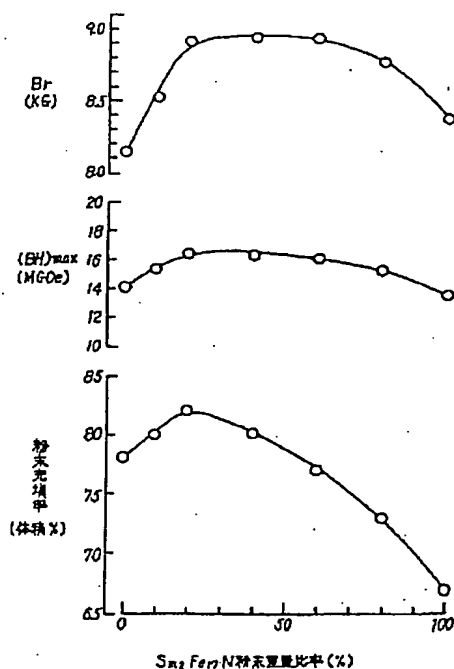
(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54)【発明の名称】 希土類ボンド磁石及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 優れた磁石特性を有する希土類ボンド磁石とその希土類ボンド磁石の製造方法を提供すること。

【構成】 希土類ボンド磁石は、R、T、Bを主成分とするR<sub>2</sub>T<sub>14</sub>B系合金粉末と、R'、T'、Nを主成分とするR'<sub>2</sub>T'<sub>14</sub>N系合金粉末(但し、R、R'はYを含む希土類元素、T、T'はC及び遷移金属の少なくとも一種)とを含む。この希土類ボンド磁石は、R、T、Bを主成分とするR<sub>2</sub>T<sub>14</sub>B系合金粉末と、R'、T'、Nを主成分とするR'<sub>2</sub>T'<sub>14</sub>N系合金粉末(但し、R、R'はYを含む希土類元素、T、T'はC及び遷移金属の少なくとも一種)とを含む混合粉末を高分子樹脂を用いて結着することによって製造されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 R、T、Bを主成分とするR、T<sub>1</sub>、B系合金粉末と、R'、T'、Nを主成分とするR'、T'<sub>1</sub>、N系合金粉末（但し、R、R'はYを含む希土類元素、T、T'はC及び遷移金属の少なくとも一種）とを磁性粉末として含むことを特徴とする希土類ボンド磁石。

【請求項2】 請求項1記載の希土類ボンド磁石において、前記R、T<sub>1</sub>、B系合金粉末は、当該R、T<sub>1</sub>、B系粉末を圧縮成形した圧縮成形体の粉碎粉末からなることを特徴とする希土類ボンド磁石。

【請求項3】 請求項2記載の希土類ボンド磁石において、前記R、T<sub>1</sub>、B系粉末は非晶質であることを特徴とする希土類ボンド磁石。

【請求項4】 R、T、Bを主成分とするR、T<sub>1</sub>、B系合金粉末と、R、T、Nを主成分とするR'、T'<sub>1</sub>、N系合金粉末（但し、R、R'はYを含む希土類元素、T、T'はC及び遷移金属の少なくとも一種）とを含む混合粉末を高分子樹脂を用いて結着することを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法。

【請求項5】 請求項4記載の希土類ボンド磁石の製造方法において、前記高分子樹脂は熱硬化性であることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法。

【請求項6】 請求項4又は5記載の希土類ボンド磁石の製造方法において、前記混合粉末に前記高分子樹脂を混合して圧縮成形し、硬化させることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法。

【請求項7】 請求項4乃至6のうちいずれか記載の希土類ボンド磁石の製造方法において、前記R、T<sub>1</sub>、B系合金粉末は、当該R、T<sub>1</sub>、B系合金インゴットから作製した第1の粉碎粉末を成形し、粉碎した第2の粉碎粉末からなることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法。

【請求項8】 請求項4乃至7のうちいずれか記載の希土類ボンド磁石の製造方法において、前記第1の粉碎粉末は、前記R、T<sub>1</sub>、B系合金インゴットから液体急冷法により作製されたアモルファスリボンの粉碎粉末であることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はR、T<sub>1</sub>、B及びR'、T'<sub>1</sub>、N磁石合金粉末（但し、R、R'はYを含む希土類元素、T、T'はC及び遷移金属の少なくとも一種）と樹脂とを混合して成形した希土類ボンド磁石に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 永久磁石材料は各種の電気製品から小型精密機器、各アクチュエータまで幅広い分野で使用されており、重要な電気、電子材料のひとつに挙げられる。近年の機器の小型化、高効率化の要求から高特性な永久

磁石が求められている。これらの要求に対応して高特性を有する永久磁石の需要がここ数年急速に伸びている。ここで希土類磁石は、粉末冶金による焼結体を用いた焼結磁石、及び磁石粉末で結着したボンド磁石に分けられ、ボンド磁石については次に挙げるような焼結磁石では得られない次の利点（1）乃至（3）を有しており、最近各種アクチュエータでの需要が急増している。

【0003】（1）薄肉形状のものが容易に得られる。

【0004】（2）焼結磁石に比較して欠けにくい。

【0005】（3）量産性に優れる。

【0006】

【発明が解決しようする課題】 従来、希土類ボンド磁石としては、SmCo<sub>5</sub>、またはSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>系などのR'Co系ボンド磁石、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B系などのRFeB系ボンド磁石があった（但し、R、R'はYを含む希土類元素）。R'Co<sub>5</sub>系ボンド磁石は磁場中成形により比較的高い磁石特性が得られるが、希土類元素R'として高価なSmを主原料に使用しなければならず他の材質と比較するとコスト高になるという欠点があった。次に、RFeB系ボンド磁石であるが、この組成系は磁石特性のポテンシャルは高いものの粉碎などの外部ひずみにより容易に磁石特性が劣化する。それを防ぐために液体急冷法等で微細結晶を作れば、粉碎での磁石特性の劣化はかなり防ぐことができるが、この粉末では磁石特性の低い等方性ボンド磁石しか製造できない。異方化磁石の製造方法として、この粉末をホットプレスで成形後熱間加工して、それを粉砕すると異方化粉末が得られる。しかし、熱間で成形、加工の過程で結晶粒が成長するために粉砕するとその異方化粉末はやはり磁気特性が劣化してしまうために、未だにSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>系ボンド磁石の磁石特性を超えるNd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B系ボンド磁石は得られていない。

【0007】ところで、従来、希土類ボンド磁石を製造する方法は、単一組成の磁石粉末とエポキシ樹脂等のバインダーとを混合し金型等により成形するのが一般的であった。ここで磁石粉末の粒度分布を調整することにより成形体中の磁粉の充填率向上が達成でき、高い磁石特性が得られる。通常は粗粉とさらに微粉碎した微粉とを一定の比率で混合することにより充填率向上が達成される。しかし、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B系粉末の場合には微粉碎により粉末の磁気特性が顕著に低下するために、微粉碎粉混合により充填率は向上するが、成形体の磁石特性は低下してしまい、高特性のボンド磁石は製造できない。また、近年開発されたSm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>NなどのR'Fe<sub>17</sub>N系ボンド磁石については、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B系とは逆に磁石粉末の粒径を約5μm以下にしなければならずボンド磁石を製造した場合、粉末充填率が低く磁石特性の高いボンド磁石は得られない。

【0008】また、R'Fe<sub>17</sub>N系ボンド磁石では、その磁石粉末の利点として、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B系とは逆に

微粉末でなければ磁石としての特性が発現しないために、この微粉末のみでボンド磁石を製造すると充填率の著しく低い成形体となり、結果として磁石特性の優れたボンド磁石は得られない。

【0009】そこで、本発明の技術的課題は、上述のボンド磁石の持つ利点を生かし、欠点を解消した優れた磁石特性を有する希土類ボンド磁石及びその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は、 $R$ 、 $Fe$ 、 $B$ 系粉末と $R'$ 、 $Fe$ 、 $N$ 系粉末を混合することにより優れた磁石特性を有するボンド磁石が製造できることを見出した。

【0011】本発明によれば、 $R$ 、 $T$ 、 $B$ を主成分とする $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系合金粉末と、 $R'$ 、 $T'$ 、 $N$ を主成分とする $R'$ 、 $T'$ 、 $N$ 系合金粉末（但し、 $R$ 、 $R'$ は $Y$ を含む希土類元素、 $T$ 、 $T'$ は $C$ 及び遷移金属の少なくとも一種）とを磁性粉末として含むことを特徴とする希土類ボンド磁石が得られる。

【0012】本発明によれば、前記希土類ボンド磁石において、前記 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系合金粉末は、当該 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系粉末を圧縮成形した圧縮成形体の粉碎粉末からなることを特徴とする希土類ボンド磁石が得られる。

【0013】本発明によれば、前記希土類ボンド磁石において、前記 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系粉末は非晶質であることを特徴とする希土類ボンド磁石が得られる。

【0014】ここで、本発明においては、優れた磁石特性を有する要因は、圧縮成形体中の粗粉の $R$ 、 $Fe$ 、 $B$ 粉末の粒子間の空隙を、微粉の $R$ 、 $Fe$ 、 $N$ 系粉末が埋めることに起因している。これにより成形体中の粉末充填率が向上し、優れた磁石特性のボンド磁石が製造可能となる。

【0015】また、本発明によれば、 $R$ 、 $T$ 、 $B$ を主成分とする $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系合金粉末と、 $R$ 、 $T$ 、 $N$ を主成分とする $R$ 、 $T$ 、 $N$ 系合金粉末（但し、 $R$ 、 $R'$ は $Y$ を含む希土類元素、 $T$ 、 $T'$ は $C$ 及び遷移金属の少なくとも一種）とを含む混合粉末を高分子樹脂を用いて結着することを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法が得られる。

【0016】本発明によれば、前記希土類ボンド磁石の製造方法において、前記高分子樹脂は熱硬化性であることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法が得られる。

【0017】本発明によれば、前記したいずれかの希土類ボンド磁石の製造方法において、前記混合粉末に高分子樹脂を混合して圧縮成形し、硬化させることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法が得られる。

【0018】本発明によれば、前記したいずれかの希土類ボンド磁石の製造方法において、前記 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系合金粉末は、当該 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系合金インゴットから作製し

た第1の粉碎粉末を成形し、粉碎した第2の粉碎粉末からなることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法が得られる。

【0019】本発明によれば、前記したいずれかの希土類ボンド磁石の製造方法において、前記第1の粉碎粉末は、前記 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系合金インゴットから液体急冷法により作製されたアモルファスリボンの粉碎粉末であることを特徴とする希土類ボンド磁石の製造方法が得られる。

【0020】即ち、本発明の希土類ボンド磁石の製造について、更に具体的に説明すると、 $R$ 、 $T$ 、 $B$ 系磁性粉末として、 $R$ 、 $Fe$ 、 $B$ 系粉末は、初めに、例えば、高周波溶解炉等で $Nd$ 、 $Fe$ 、 $B$ のインゴットを製造し、そのインゴットを原料として液体急冷法等でアモルファスリボンを作っている。次に、そのアモルファスリボンの粉碎粉末をホットプレスで成形後熱間加工させ、粉碎することにより異方化した $Nd$ 、 $T$ 、 $B$ 系粉末が得られる。ここで、 $Fe$ の一部は $Co$ などの遷移金属で置換可能である。次に、 $R'$ 、 $T'$ 、 $N$ 粉末として、例えば、 $Sm$ 、 $Fe$ 、 $N$ 粉末について説明すると、 $Sm$ 、 $Fe$ 、 $N$ インゴットを高周波溶解等で製造し、均質化処理後粗粉碎し、その後さらにジェットミル、ボールミル等で微粉碎する。

【0021】次に、その微粉碎粉末を $500^{\circ}C$ 前後 $N$ 、またはアンモニアガス中で処理することにより $Sm$ 、 $Fe$ 、 $N$ 粉末を得る。ここで、 $Fe$ の一部を $Co$ 、 $C$ 等で置換することも可能である。次に、これら $Nd$ 、 $Fe$ 、 $B$ 粉末と $Sm$ 、 $Fe$ 、 $N$ 粉末を混合して磁場成形するのであるが、ここで樹脂の混合については磁場成形前に樹脂を粉末と混合して成形後硬化させるか又は成形後樹脂含浸させて硬化させるかのいずれでもよい。

【0022】尚、以下で述べる本発明の実施例においては、希土類元素 $R$ 、 $R'$ として、 $Nd$ 、 $Sm$ を夫々使用した場合についてのみ述べたが、 $Nd$ 又は $Sm$ の一部又は全部を $Y$ もしくは他の希土類元素、例えば、 $Ce$ 、 $Pr$ 等で置換しても、本発明と同様な効果が期待できることは容易に推察できるものである。また、同実施例において、 $T'$ として $Fe$ を用いたものについてのみ説明をしているが、 $Fe$ の一部又は全部を $Co$ 又は $C$ で置換しても、本発明と同様な効果が得られることは容易に推測できる。

【0023】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明する。

【0024】（実施例1） $Nd$ 、 $Fe$ 、 $B$ 合金として31.0wt% $Nd$ -1.0wt% $B$ -bal.  $Fe$ の合金組成をもつインゴットを作製した。次に、このインゴットを使用して $Ar$ 雰囲気中で単ロール法によりアモルファスリボンを作製した。次に、このリボンを $500\mu m$ 以下に粗粉碎した。次にこの粗粉末を金型に充填し、真空

中700℃の温度で1.0トン/cm<sup>2</sup>の圧力にてホットプレスを行なった。次にこのホットプレス成形体を熱間で押出し加工を行なった。この時の温度は700℃であり押出し比は面積比で2.5であった。次にこの押出し成形体をディスクミルを用いて500μm以下の粒径に粉碎した。次に、Sm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N合金を製造するために、初めにSm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>合金として24.0wt%Sm-76.0wt%Feの合金組成をもつインゴットを作製した。続いて、このインゴットを1100℃で100時間溶体化処理し合金の均質化を行なった。更に、そのインゴットをディスクミルを用いて粉碎粒径500μm以下に粉碎した。次に、ジェットミルを用いて粉碎粉末を5μm以下に微粉碎した。次にこの微粉碎によって得られる微粉末をN<sub>2</sub>雰囲気中500℃で2時間熱処理した。この処理により微粉末重量は初めの粉末重量より3.0%増加したことを確認し、Sm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>合金からSm<sub>2</sub>-Fe<sub>17</sub>N合金を製造した。なおこのN<sub>2</sub>雰囲気中熱処理前後のSm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>合金粉末の保磁力変化をVSMで測定した結果を示すと、熱処理前が0.2kOeであり、熱処理後が7.2kOeであった。次に、前記方法で得られたNd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B合金粉末及びSm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N合金微

粉末の2種の粉末を混合した。その混合比は、Sm<sub>2</sub>-Fe<sub>17</sub>Nの混合比(重量%)でいうと0(Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B粉末のみ)、10、20、40、60、80、100(Sm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N粉末のみ)であった。その各々の混合粉末に対し、バインダーとしてエポキシ樹脂を重量比で97:3の割合で混合した後約20kOeの磁界中5トン/cm<sup>2</sup>の圧力で成形した。その成形体を80℃で5時間保持し、バインダーを硬化させボンド磁石とした。その磁石特性を図1に示す。図1によりNd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B粉末、Sm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N粉末を各々単独でボンド磁石を製造するよりも2種の粉末を混合してボンド磁石を製造した方が最大エネルギー積(BH)<sub>max</sub>が向上することがわかる。

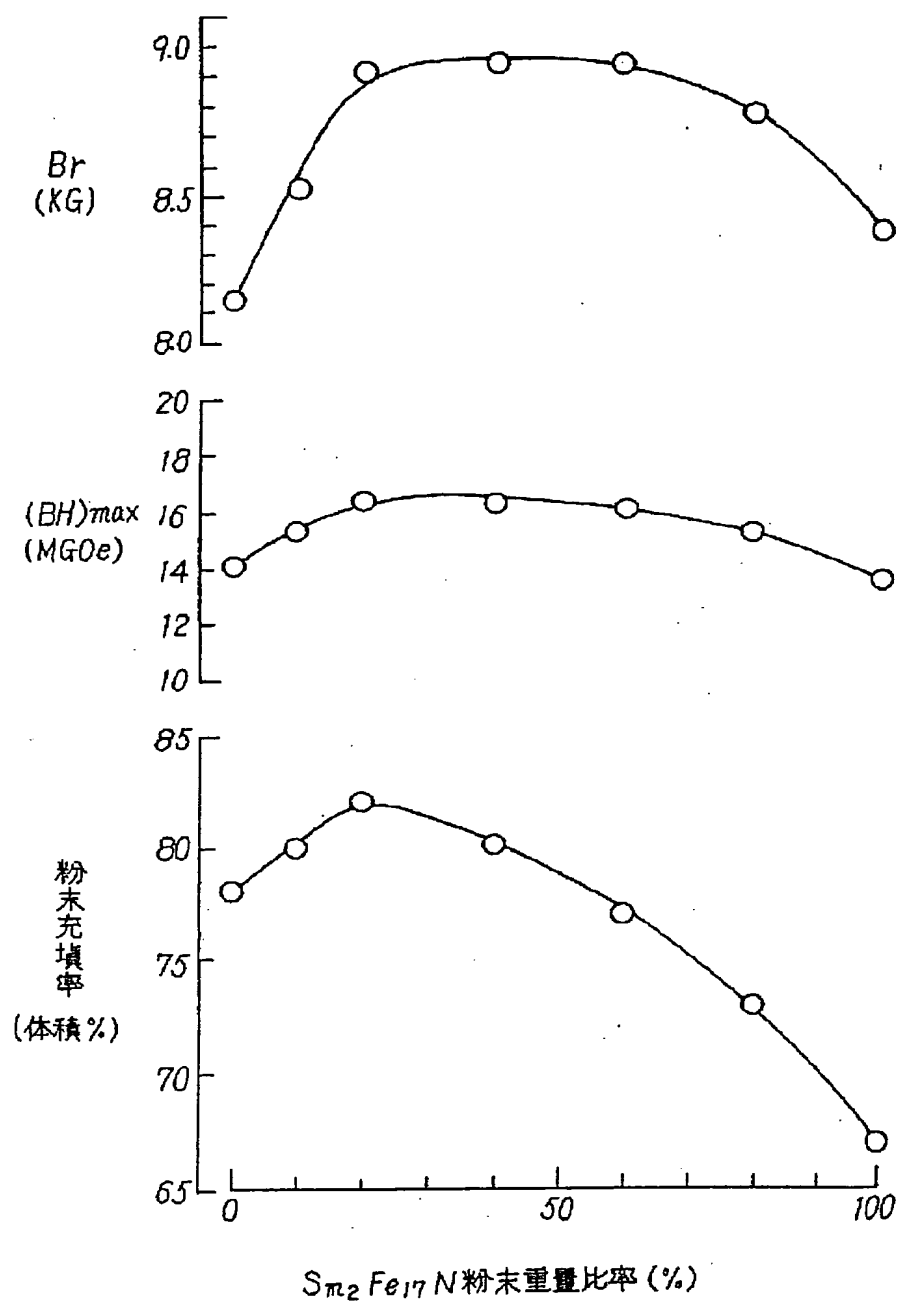
【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高特性が得られるボンド磁石を容易かつ安価に提供することが可能となり工業上きわめて有益である。

【図面の簡単な説明】

【図1】Sm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N合金粉末の重量比率とBr<sub>r</sub>(BH)<sub>max</sub>の各磁石特性と成形体中の粉末充填率(体積%)との関係を示す図である。

【図1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**